



## Alternativas sustentables para el desarrollo: Caso de una comunidad Shuar en Ecuador

**Ivonne Puruncajas**

Facultad Latinoamericana de Ciencias Sociales, Ecuador  
ippm7@yahoo.com

**Rafael Burbano**

Facultad Latinoamericana de Ciencias Sociales. Escuela Politécnica Nacional, Ecuador  
rafael.burbano@epn.edu.ec

Fecha de recepción: 30/12/2013. Fecha de aceptación: 19/09/2015

### Resumen

La mayoría de las familias de la comunidad Shuar "San Miguel de Kuri" para mejorar sus economías se dedican a la explotación maderera, dejando tierras deforestadas como resultado de esta actividad, las cuales son utilizadas especialmente para la ganadería y la producción de monocultivos. Estas acciones en conjunto provocan degradación del suelo, pérdida de biodiversidad y afectaciones a la comunidad, que depende de los recursos del bosque para sobrevivir. Por estas razones, la presente investigación explora a partir de un análisis multicriterio algunas alternativas de desarrollo sustentable para mejorar la calidad de vida de esta comunidad ubicada en el bosque protector Kutukú Shaimi en la provincia Amazónica de Morona Santiago en Ecuador.

**Palabras claves:** Sustentabilidad, análisis multicriterio, deforestación, bienes y servicios del ecosistema.

### Abstract

Most Shuar families from the "San Miguel de Kuri" community to improve their economies are engaged in logging, leaving deforested as a result of this activity, which are specially used for livestock production and monocultures. These actions together cause soil degradation, biodiversity loss and impacts to the community, which depends on forest resources for survival. For these reasons, this research develops a multicriterio analysis of a few alternatives for sustainable development to improve the quality of life of this community located in the protected forest Kutukú Shaimi in the Amazon province of Morona Santiago in Ecuador.

**Key words:** Sustainability, multi-criteria analysis, deforestation, ecosystem goods and services.

**JEL Codes:** Q51, Q57.



## 1. Introducción

La explotación desmedida de los recursos de la naturaleza como justificación del crecimiento económico ha sido tema de análisis, controversia y discusión en el transcurso del tiempo. En la economía, sin embargo, se ignoran las importantes funciones que desempeña la naturaleza, como proveedora de bienes y servicios ecosistémicos y receptora de desechos. Aunque la naturaleza es la base de todo sistema económico y proporciona un sinnúmero de beneficios de manera directa e indirecta, su uso y abuso están acabando con la biodiversidad, los servicios ecológicos, los recursos renovables y no renovables.

De acuerdo al Ministerio del Ambiente (MAE 2011), "la tasa anual de cambio de cobertura boscosa en el Ecuador fue de 61.800 ha/año para el período de 2000-2008. Donde se considera con una severa degradación forestal a la provincia amazónica de Morona Santiago. La degradación forestal se define como "la reducción de la capacidad de un bosque para producir bienes y servicios" (FAO 2002: 4).

La Amazonía ecuatoriana comprende aproximadamente el 48% del territorio nacional y es hogar de alrededor de 670 comunidades indígenas (Huamboy sf). Específicamente la provincia de Morona Santiago hospeda a 147.940 habitantes, es decir el 1% de la población total, repartida en 12 cantones, 64 parroquias (INEC 2010:4).

Esta provincia alberga una gran variedad de especies de animales, gracias a la abundante vegetación existente. No obstante, algunas comunidades, como la comunidad Shuar "San Miguel de Kuri", objeto de estudio en esta investigación, se encuentra en una situación crítica por la disminución de recursos naturales originada por la caza indiscriminada de especies, la tala del bosque, la lejanía de su localización respecto de los centros poblados y a su difícil acceso.

La comunidad siente la urgencia de generar recursos económicos para las distintas necesidades como: vestimenta, alimentación, salud, educación, entre otros. Por tal motivo,

han encontrado en la venta de árboles una salida rápida y rentable a la deficiencia económica. El problema principal de la comunidad, es la deforestación, ya que por un lado es la respuesta a la necesidad económica y por otro lado disminuye notable y aceleradamente el acceso a encontrar alimento, y recursos que son vitales para su subsistencia. Entonces se debería preguntar ¿la única opción es deforestar para generar recursos económicos?

Con estos antecedentes, el presente estudio busca abordar algunas alternativas de desarrollo sustentable para la comunidad "San Miguel de Kuri" que podrían ser soluciones a la problemática actual.

## 2. La comunidad Shuar "San Miguel de Kuri"

La comunidad Shuar "San Miguel de Kuri" con un área aproximada de 2500 hectáreas está ubicada al noreste de la Provincia de Morona Santiago, en el Cantón Huamboy, Parroquia Chiguaza. Es una de las 34 comunidades de la Parroquia Chiguaza y una de las 117 comunidades que alberga el bosque protector Kutukú Shaimi. La comunidad tiene 35 años de fundación y aún no se encuentra legalizada.

En general la Amazonía ecuatoriana presenta condiciones sociales menos favorables que el resto del país y la mencionada comunidad aún más. Algunas características que presentan los hogares y las viviendas de la comunidad son las siguientes<sup>1</sup>: El 58% de población es masculina. El 95% de la población consume el agua en su estado natural, sin hervirla y el 79% de esta la obtienen directamente del río, datos que contrastan con los datos de acceso a agua mediante red pública a nivel nacional y provincial (77,2% y 43% respectivamente). A nivel nacional y provincial la cobertura de alcantarillado alcanza el 59,6% y el 30,2% de las viviendas. La comunidad no posee ningún tipo de infraestructura sanitaria. Aunque casi

1 Los datos de la Comunidad fueron extraídos de la Encuesta realizada por Ivonne Puruncajas. La fuente para los datos nacionales y provinciales es la Encuesta Urbana de Empleo, Desempleo y Subempleo, ENEMDUR 2014, realizada por el Instituto Ecuatoriano de Estadísticas y Censos, INEC.



la totalidad de viviendas en el Ecuador cuenta con servicio eléctrico (97,9%) y el 84,8% en la provincia de Morona Santiago, el 74% de la comunidad utiliza un mechero o candil para alumbrarse y el 26% no tiene fuente alguna de alumbrado.

El 79% de los hogares de la comunidad tienen como principal combustible la leña, el 16% utiliza carbón y el resto usa residuos vegetales o de animales para cocinar. Si bien es cierto que el 79% de los hogares de la comunidad tiene como principal combustible la leña, esto no impacta en la deforestación pues la leña de uso en hogar está constituida casi en su totalidad por los rastrojos de ramas y hojas que caen de manera natural al suelo.

En temas de salud, el 17% de la comunidad ha presentado problemas estomacales, el 6% problemas respiratorios (a nivel nacional las afectaciones de estas dos enfermedades es 9,8%<sup>2</sup>); el 52% de la comunidad acude a remedios naturales y el 48% al médico convencional.

El alimento cárnico silvestre ha disminuido y con ello los pobladores afirman que su salud no es la misma. Pese a que el consumo calórico alcanza niveles óptimos<sup>3</sup> (2.692 calorías) según la Organización Mundial de la Salud (OMS), no es una referencia de una alimentación balanceada, ya que la ingesta de carbohidratos es muy elevada y la de otros componentes como frutas, cereales, y otros es baja. Este resultado se obtuvo luego de aplicar una encuesta de consumo alimentario con la metodología de Recordatorio de 24 horas (R24h), durante los últimos 7 días anteriores a la encuestas. Figura 1

Los bajos recursos económicos que tiene la comunidad los obliga a realizar actividades de tala. Sin embargo, este fenómeno no ocurre en toda la comunidad, ya que hay casos en que no cuentan con los instrumentos necesarios para realizar la tala, razón por la cual la situación económica es aún más grave. El bosque se transforma así en el principal proveedor de recursos alimenticios para los comuneros y para generar ingresos.

Si el bosque disminuye, también lo harán las especies y el alimento. Los comuneros son conscientes de esto, sin embargo siguen cazando y pescando con técnicas poco amigables para el ecosistema, como el uso barbasco para la pesca. Es una necesidad ineludible tomar conciencia de que el bienestar de la comunidad está en función del bosque y de que los actos que cada poblador de la comunidad ejerza sobre éste afectarán el destino de toda la comunidad.

La economía de la comunidad está basada en la venta de productos que ellos cazan, producen y crían. En la Tabla 1, se observa los ingresos y egresos anuales de la comunidad, es así que, la comunidad tiene un ingreso anual por la venta, de los productos de la caza, pesca, y recolección, que representa el 5% de los ingresos totales; la tala de árboles, el 37% y la producción, el 8%; el 50% de sus ingresos provienen del bono de desarrollo humano (BDH) y corresponde a un ingreso de US\$6.600 dólares anuales. En contrapartida, los egresos por consumo son de US\$51.271 dólares, valor que tuvieran que desembolsar, si no vivieran en la comunidad. No obstante, US\$ 40.846 dólares son proporcionados por el ecosistema, es decir, el bosque y sus tierras aportan aproximadamente el 80% de los gastos. La diferencia de US\$ 10.425 dólares, es el valor real que ellos desembolsan anualmente para sus gastos a nivel de toda la comunidad.

El bosque y sus tierras proveen en promedio a cada familia US\$ 1.945 anuales o US\$ 162 mensuales. Existe una diferencia entre ingresos y egresos de US\$ 2.765 dólares anuales, que queda para toda la comunidad, es decir un aproximado de US\$ 10 dólares mensuales por familia.

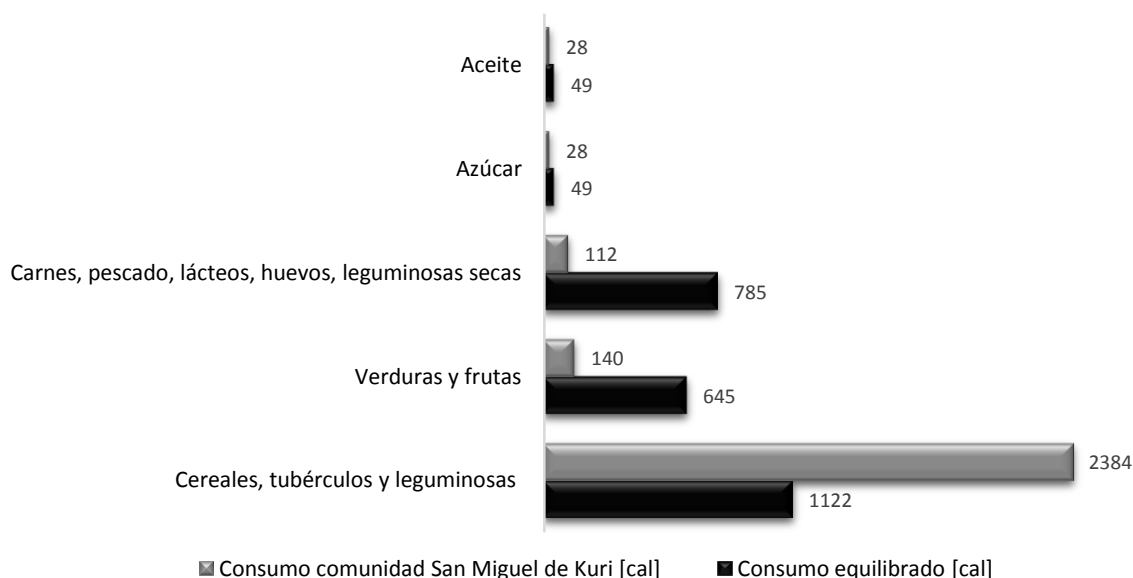
Un aspecto que dificulta aún más la situación económica de la comunidad es no contar con vías de acceso adecuadas. No obstante, la construcción de vías puede convertirse en un arma de doble filo. Por una parte es un factor importante para que la población pueda dinamizar la economía a través de la venta de sus productos agrícolas y de sus animales, al

<sup>2</sup> Fuente: INEC, Encuesta de Condiciones de Vida, 2006.

<sup>3</sup> Se considera que el estilo de vida de los comuneros está entre moderadamente activo y activo.



Figura 1. Comparativo entre consumo y consumo aceptable (calorías) Comunidad Shuar "San Miguel de Kuri



Elaboración: Ivonne Puruncajas

Tabla 1. Ingresos y egresos anuales de la comunidad (US\$)

	Transacción	Ingresos (por ventas y otros)	Egreso (consumo)
Bienes y servicios proporcionados por el bosque	Recolección	90	6.331
	Caza	600	8.985
	Tala	4.850	0
	Producción*	1.050	27.074
Bono de desarrollo humano		6.600	
Otros gastos de consumo			8.881
		13.190	51.271
	Bienes y servicios proporcionados por el bosque		40.846
	Gasto anual		10.425
	Ingresos-egresos		2.765

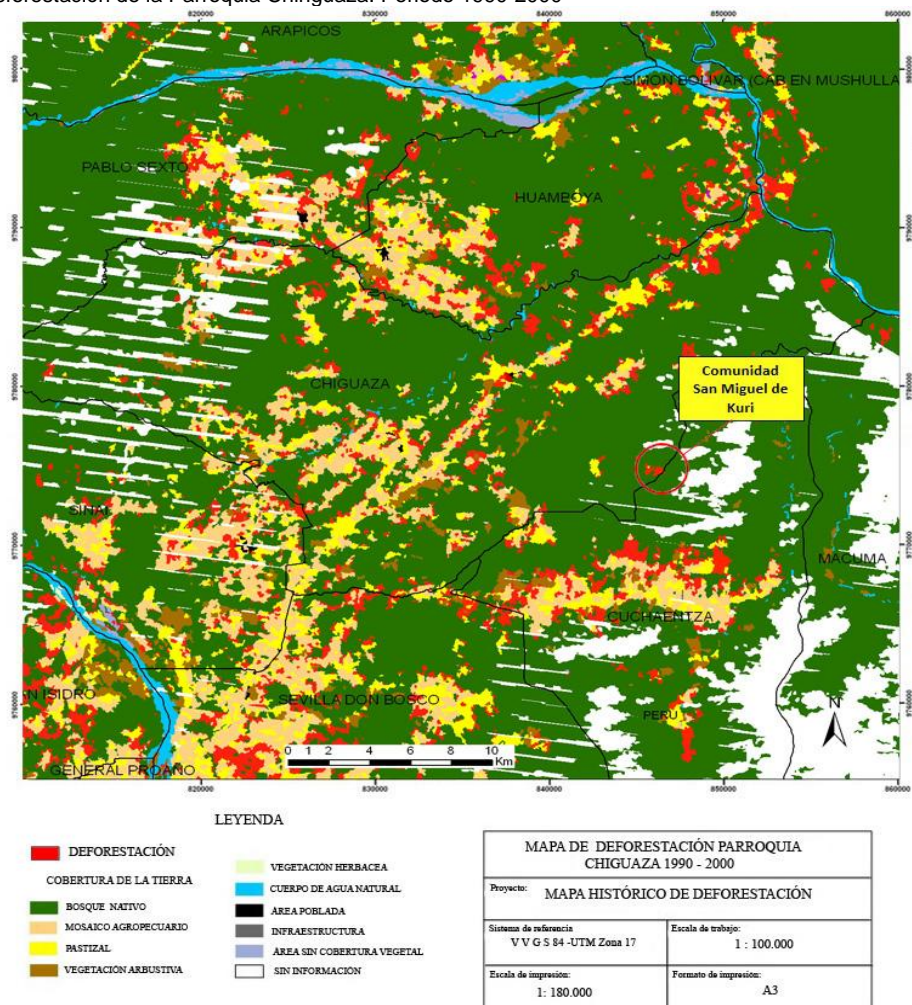
\*Dentro de producción se considera a todos aquellos productos que ellos siembran y crían para el consumo y venta.  
Fuente: Encuestas

igual que se mejoraría el acceso a centros educativos y de salud; pero, por otra parte es el medio perfecto para sacar madera de manera ilegal e irresponsable. De hecho ya se realiza de esa forma, el impedimento que tienen es, justamente, las vías de acceso. Este planteamiento también es causa de preocupación para la comunidad, al igual que la aculturación en la población más joven.

Por otra parte el MAE presenta mapas satelitales de Deforestación de la Parroquia Chiguaza para los periodos 1990-2000 y 2000-2008, que muestran el cambio que ha sufrido el bosque. En la Figura 2 y la Figura 3, se observa la zona donde se encuentra la comunidad y el cambio en los dos periodos respectivamente.



Figura 2. Mapa de deforestación de la Parroquia Chinguaza. Periodo 1990-2000



Fuente: Ministerio de Ambiente

La madera que se extrae de la comunidad, es ilegal, es decir no poseen ningún permiso para vender y los compradores tampoco llenan ningún formulario de compra. Según el MAE, estos documentos son obligatorios para todas las personas que se dedican a la actividad maderera.

Con estos antecedentes, y en base a un trabajo realizado con los comuneros se definieron algunas alternativas de desarrollo para la comunidad. Posteriormente se realizó un análisis multicriterio que permitió evaluar la sostenibilidad de cada una de las alternativas planteadas. El ejercicio propuesto permite responder a la pregunta central planteada en esta investigación, es decir, determinar si la única opción es deforestar

para generar recursos económicos o existen otras soluciones.

### 3. Propuesta Metodología

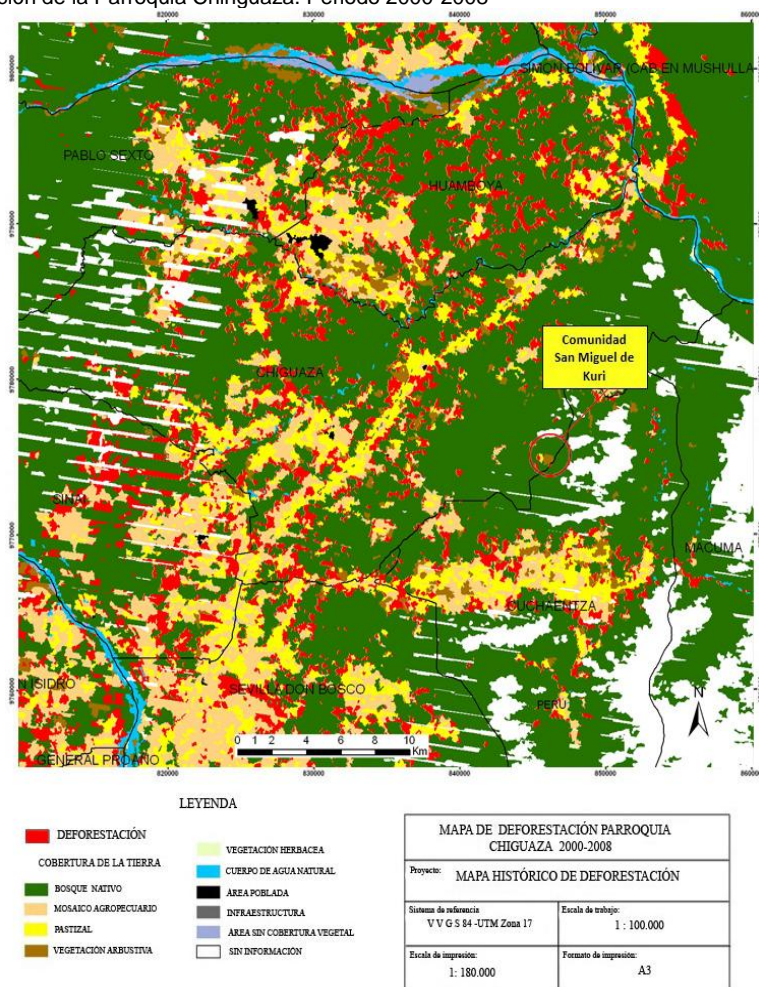
En esta sección se analiza la problemática alrededor de la deforestación de la comunidad Shuar “San Miguel de Kuri” desde una perspectiva multicriterial, considerando los aspectos: económico, ambiental, social y cultural.

El Análisis Multicriterio (AMC) permite contrastar en un marco unificado de análisis las distintas dimensiones que se presentan en un problema de decisión. Este marco permite visualizar los conflictos entre valores





Figura 3. Mapa de deforestación de la Parroquia Chinguaza. Periodo 2000-2008



Fuente: Ministerio de Ambiente

e intereses a partir de dimensiones cuantitativas o cualitativas (Munda 2004).

El AMC constituye una herramienta matemática para comparar diferentes alternativas bajo distintas escalas de medición, unidades de medida y grados de incertidumbre. Dado que los distintos actores presentan prioridades y preferencias distintas el AMC no asume la comensurabilidad de las distintas dimensiones del problema; por lo tanto, el AMC permite identificar los trade-off más relevantes presentes en el problema; y al considerar todos los puntos de vista, juicios de valor e información técnica y científica, más allá de encontrar soluciones óptimas lo que se obtienen son “soluciones compromiso” (Martínez Alier y Roca 1998).

Munda (2004) describe cinco etapas generales de un AMC:

1. Definición y estructuración del problema a investigar, con la participación de los actores sociales.
2. Definición de un conjunto de criterios de evaluación.
3. Elección entre métodos discretos o continuos para analizar alternativas.
4. Identificación de las preferencias del decisor en un marco de transparencia.
5. Elección de los procedimientos de agregación de los criterios.

A continuación se analiza estas etapas para el caso de la comunidad SMK.

### 3.1 Definición y estructuración del problema

El problema multicriterio que se aborda en este estudio es la definición de alternativas de desarrollo para la comunidad. A pesar de que las condiciones actuales de desarrollo que



caracterizan a la comunidad son insostenibles en el largo plazo, pues se fundamentan en la explotación de bienes y servicios ambientales, que progresivamente se agotan como fuentes de sostenimiento, como aplicación de la regla general, la situación actual se postula como una de las alternativas.

Cabe indicar que las alternativas planteadas en este documento, son el resultado de un análisis minucioso, que se realizó a través de una matriz de tendencias, FODA, árbol de problemas y soluciones, donde los comuneros planteaban sus preferencias de actividades para generar ingresos económicos. De ésta matriz surgieron 8 alternativas principales distintas a la situación actual, de las cuales se eligieron 3 y el resto se desechó por considerarse alternativas no sustentables.

Las alternativas diferentes a la situación actual propuestas, tienen un objetivo de trabajo comunitario y asociativo. Para las cuatro alternativas consideradas en este análisis, se realiza una proyección financiera para 15 años, tiempo en que se observan resultados de las propuestas de desarrollo. En la evaluación financiera se considera una tasa de descuento del 8%.

- Situación Actual

Esta alternativa constituye una “opción por defecto”, es decir que no efectúa ninguna acción; asume que se mantienen las condiciones actuales en las dimensiones económica, social, ambiental y cultural. En la literatura esta opción se la suele conocer también como BAU “Business as Usual”; se la introduce para analizar su relación con las alternativas de cambio, que puede ser para mejor o peor, al estado actual.

- Desarrollo ganadero

Esta alternativa es extremista, ya que para desarrollar la ganadería se debe talar una buena parte del bosque para dar paso a la siembra de pastizales. Aunque no existe actualmente una normativa que indique un máximo de tala para un bosque protector. El MAE, considera una tala sustentable, si de cada 10 árboles se talan 3 (Jéssica Coronel,

Dirección Nacional Forestal 2013, entrevista). No obstante para este análisis se ha considerado el 60% del área total de la comunidad, conservando el criterio de tala sustentable. Se considera los siguientes supuestos:

- La madera obtenida de la tala es comercializada.
- Se tala el 60% de la superficie total, es decir 1.500ha. Hasta el momento se han deforestado 786 hectáreas (según información de la Comunidad), por lo tanto, restaría una deforestación de 714 hectáreas en el lapso de 15 años.
- Se vende la madera aserrada, en tablones.
- Existen 1.900 árboles por hectárea en bosque primario, de aproximadamente 20cm de diámetro, de los cuales el 2% es de madera fina con un diámetro mayor a 20 cm (Descola 1996).
- Se invierte en la compra de 20 motosierras, 1 aserradero y 10 caballos, se realiza un préstamo en el primer mes, del primer año.
- Al inicio del primer mes del segundo año se compra 50 cabezas de ganado vacuno.

No se considera para este análisis diversas variables, como la pérdida de biodiversidad, la disminución de animales silvestres que sirven de alimento para los comuneros, la emisión de metano asociado a la actividad ganadera.

- Sistema Agro-silvopastoril

El sistema agro-silvopastoril al ser una mezcla de silvopastura, silvicultura y agricultura, da paso a la combinación de componentes forestales (guayusa, guayaba, sangre de drago, chonta, caoba, guayacán, estas dos últimas entre las más costosas) con la presencia de ganadería y cultivos (yuca, maíz, ajo, cebolla, etc.), todo ubicado en el mismo espacio. La alternativa del sistema agro-silvopastoril permite obtener ventajas para el ecosistema al tener una contribución de cada sistema, es decir, los árboles proveen sombra a los animales y mejora el rebrote del pasto, acelerando su crecimiento, a la vez los animales proveen abono para el suelo y nutrientes para los cultivos. Es un



sistema amigable con el medio ambiente y ayuda a conservar los suelos (Tueros 2008). A largo plazo se dispone de madera que se comercializará, y los árboles talados serán reemplazados por nuevos árboles, para un uso posterior. Se considera los siguientes supuestos:

- Se instala el sistema agro-silvopastoril en una extensión de 786 hectáreas
- Se realiza inversión en compra de semillas de árboles finos y otras especies de la zona, se adquiere herramientas para labranza y se recibe capacitación en crianza de ganado vacuno y establecimiento de cultivos,
- Se invierte en infraestructura para un invernadero.
- El ganado vacuno tiene un peso promedio de 600 kg y come cada día el 15% de su peso, es decir, 90 kg de pasto. No se considera otro tipo de alimentos complementarios.
- Una hectárea produce aproximadamente 50.000 kg de pasto cada dos meses.
- Se compra 50 cabezas de ganado al finalizar el primer año.
- Se requieren 9 ha para alimentar 50 cabezas de ganado más el ganado existente en la comunidad durante dos meses. Es decir, se necesitan 18 ha para alimentar a todo el ganado durante dos meses. Este tiempo es suficiente para que el pasto vuelva a crecer y el suelo resista la carga animal (Valencia 2007).
- Se siembran 400 árboles por hectárea de madera fina, en 226 hectáreas. El resto de superficie se siembran 550 árboles distintos a la madera fina por hectárea.
- Los árboles de madera fina están listos para la tala en 15 años.
- La implementación del sistema agro-silvopastoril se realiza en un 63% en 15 años. Los árboles no se talan todos a la vez, cada dos años se siembra con el objeto que siempre existan árboles en pie.
- No se considera las emisiones de metano asociada a la crianza del ganado.
- Eco turismo comunitario

La alternativa de Eco turismo comunitario, al ser una mezcla entre el turismo comunitario y

el ecoturismo, permite dar a conocer el medio natural y cultural de la comunidad. Se considera los siguientes supuestos:

- Se maneja el turismo de manera comunitaria y por medio de alianzas estratégicas con agencias turísticas.
- El público objetivo para esta alternativa serían: hombres y mujeres mayores de 12 años, que gustan de la aventura y el contacto directo con la naturaleza, inicialmente público nacional.
- Visitan la comunidad 15 turistas al mes.
- Se solicita un crédito para infraestructura, vestimenta, herramientas para la realización de artesanías y equipos de seguridad para el reconocimiento de la zona. La comunidad recibe capacitación sobre temas turísticos.
- Se instalan baños ecológicos o secos en la infraestructura de hospedaje. El baño seco es un "sistema de disposición de excretas, que separa la orina de las heces, no usa agua para su operación, el almacenaje de los desechos se transforman en abono" (Aguayuda 2013: 4)
- La comunidad provee de ciertos alimentos al turista, mejora su agricultura y se capacita en cocina.
- Los comuneros son los guías de la zona.

### 3.2 Definición de un conjunto de criterios

Los indicadores de tipo cuantitativo y cualitativo que se presentan a continuación fueron elegidos una parte por los autores y otros son el reflejo del trabajo efectuado con los comuneros mediante entrevistas y encuestas, tanto a los actores principales como a la comunidad. Para esto se explicó cada una de las alternativas y lo que conllevaría su ejecución. Se extrajo los criterios más importantes que los comuneros consideran necesario para establecer una alternativa.

Por otro lado los criterios de tipo cualitativos utilizan escalas de 7 y 8 valores ordinales dependiendo del criterio y en función de la interpretación de los comuneros, tal como se indica más adelante en la definición de indicadores.





En la tabla 2 se listan los criterios de evaluación correspondientes a cada dimensión de análisis.

### 3.3. Definición de indicadores

#### Económicos

- Inversión inicial: Gastos en equipos, herramientas, etc., necesarios para la para la implementación de cada alternativa.

$$\text{Inversión inicial} = \frac{\sum \left( \begin{matrix} \text{gastos y costos} \\ \text{equipos, herramientas, infraestructura,} \\ \text{capacitación,} \\ \text{etc} \end{matrix} \right)}{\text{No de hogares}}$$

- Ingreso neto: Cuantifica el valor presente de los ingresos que tendría la comunidad con la ejecución de las alternativas en el transcurso de 15 años.

$$\text{Ingreso neto} = \sum (in_1 + in_2 + \dots + in_{20})$$

$in_i = \text{ingreso neto anual}$

- Tiempo (generación de ingresos): Estima el tiempo en el que los comuneros empiezan a generar ingresos a partir de la ejecución de la misma.

Tabla 2: Criterios de evaluación considerados para la comunidad San Miguel de Kuri

DIMENSIÓN	SUBTEMA	CRITERIO	Medida	Tipo	Objetivo
ECONÓMICO	Inversión	Inversión inicial	[\$]	Q	min
		Ingreso neto	[\$]	Q	max
		Tiempo (generación de ingresos)	[año]	Q	min
AMBIENTAL	Contaminación	Contaminación del suelo por humanos	[kg]	Q	min
	Deforestación	Hectáreas deforestadas	[ha]	Q	min
		Emisión de CO2	[ton]	Q	min
	Reforestación	Captación de Carbono	[ton]	Q	max
	Biodiversidad	Especies en la zona	escala	C	max
SOCIAL	Medio Perceptual	Calidad del paisaje	escala	C	max
	Consumo	Alimentos proporcionados por el bosque	escala	C	max
	Empleo	Generación de empleo directo e indirecto	[\$]	Q	max
	Migración	Migración por trabajo	escala	C	min
CULTURAL	Participación social	Integración del grupo familiar en el trabajo comunitario	escala	C	max
		Conservación de la identidad de la comunidad.	escala	C	max

Elaboración: Autores



## Ambientales

- **Contaminación del suelo:** Este indicador contabiliza los desechos fecales humanos y el resto de la basura generada por la comunidad, como fundas plásticas, envases etc. Este indicador permite observar cuánto se incrementa la contaminación por medio de desechos sólidos y líquidos. Para este indicador se considera que, diariamente se genera entre 80 – 270 gramos de excremento humano por persona, y de 1 – 1,3 kg de orina por persona. De estos valores el 20% del desecho sólido y el 5% del desecho líquido es putrescible<sup>4</sup> (Romero 1999). Este indicador está en función del número de personas que habiten o se hospeden en la comunidad.
- **Hectáreas deforestadas:** Mide el número de hectáreas deforestadas en la comunidad.

$$HD = [\text{total de la superficie de la comunidad} \\ \text{con bosque} - \text{bosque deforestado}] [\text{ha}]$$

- **Emisión de CO<sub>2</sub>:** Este indicador permite tener una idea de la cantidad que se emite de CO<sub>2</sub> al ambiente por la actividad de tala de los árboles. Se considera que se emite 367 toneladas aproximadamente de CO<sub>2</sub> por hectárea en un año (GRID 1989). El objetivo es minimizar la emisión de CO<sub>2</sub>. Para este cálculo no se considera la edad del bosque, la emisión de otros gases de efecto invernadero, como el metano asociado a la producción ganadera.
- **Captura de carbono:** Este indicador permite tener una idea de la cantidad de carbono que se captura del medioambiente a través del bosque. La captura de carbono varía de acuerdo al tipo de árboles, suelos, topografía y otras características del ecosistema en que se encuentre el bosque. Para este estudio se considera que, la captura de carbono es de 600 toneladas por hectárea y por año (Weish 2010). No se considera la edad de

los árboles jóvenes que se siembran para la alternativa de Agrosilvopastoril.

- **Especies en la zona:** Este indicador permite observar a través de una escala, el aumento o disminución de las especies, tanto de flora como fauna por la ejecución de las alternativas. Este indicador es construido por preguntas que se realizaron a los principales actores que influyen en la comunidad, en la cual dan su criterio a través de la siguiente escala: extremadamente alta, muy alta, alta, más o menos, moderadamente baja, baja, muy baja, extremadamente baja. El objetivo es maximizar la cantidad de especies en la zona.
- **Calidad del paisaje:** Este indicador permite observar la percepción de los comuneros con respecto al paisaje. El objetivo de este indicador es maximizar la calidad paisajística, considerando, los atractivos que tiene la comunidad como: cuevas, ríos, bosque, saladeros, etc. Este indicador se construyó en base la siguiente escala: excelente, muy buena, buena, más o menos, mala, muy mala, extremadamente mala.

## Sociales

- **Alimentos proporcionados por el bosque:** Este indicador permite observar como varía el consumo de alimentos proporcionados por el bosque. El objetivo es maximizar el consumo en el sentido de subsistencia. En este indicador se ha explicado a los comuneros la importancia de una buena nutrición, y que alimentos proporcionados por el bosque aportarían adecuadamente los nutrientes para una dieta balanceada y óptima. De esta manera se promueve las condiciones de seguridad alimentaria. Así los comuneros han responden preguntas planteadas según la escala: extremadamente alta, muy alta, alta, más o menos, moderadamente baja, baja, muy baja, extremadamente baja.
- **Generación de empleo directo e indirecto:** Este indicador muestra la cantidad de personas de la comunidad que se verán

<sup>4</sup> Se pudre fácilmente



beneficiadas con un trabajo al ejecutar la alternativa. El objetivo de este indicador es maximizar el número de empleos. Este indicador se construye en función del número de comuneros que son necesarios para la ejecución de la alternativa.

- Migración por trabajo: Este indicador cualitativo permite observar el aumento o disminución de la migración por situación laboral, ya que esta forma de migración lesiona las condiciones de cohesión social en la comunidad. Para este indicador se ha utilizado la siguiente escala: extremadamente alta, muy alta, alta, más o menos, moderadamente baja, baja, muy baja, extremadamente baja.
- Integración del grupo familiar en el trabajo comunitario: Este indicador cualitativo permite observar la integración de los miembros de la familia al momento de trabajar, frente a las alternativas. Este indicador utilizó la siguiente escala: extremadamente alta, muy alta, alta, más o menos, moderadamente baja, baja, muy baja, extremadamente baja.

#### Culturales

- Conservación de la identidad de la comunidad: Se asume como una condición deseable para la cultura Shuar la conservación de prácticas tradicionales como danza, rituales, lenguaje, comida, medicina y otras. Este indicador cualitativo muestra como aumenta o disminuye la identidad cultural de acuerdo a la alternativa planteada. El objetivo es maximizar. Este indicador se construye a través de la siguiente escala: extremadamente alta, muy alta, alta, más o menos, moderadamente baja, baja, muy baja, extremadamente baja.

### 3.4 Elección del método multicriterio

Para el presente estudio se utilizan métodos discretos de evaluación multicriterio porque se analiza un número finito de alternativas y criterios.

### 3.5 Elección del procedimiento de agregación de los criterios

Cómo procedimientos de agregación se han elegido el método NAIADE, desarrollado por Giuseppe Munda (1995) y el Modelo Multicriterio Paramétrico Compensatorio No-compensatorio (Quipu)<sup>5</sup> desarrollado por el Mat. Rafael Burbano como Tesis de Doctorado en Economía del Desarrollo en la Facultad Latinoamericana de Ciencias Sociales - Sede Ecuador (Burbano en revisión).

Ambos métodos permiten trabajar con diferentes tipos de valores: numéricos, difusos, estocásticos y cualitativos. El contraste de los resultados de ambos métodos es útil para ratificar los resultados y la solidez de las conclusiones.

#### 3.5.1 Método NAIADE

El método NAIADE, desarrollado por Giuseppe Munda (1995), es un método de evaluación multicriterio que permite la comparación de alternativas de decisión sobre la base de un conjunto de criterios, que se pueden definir con grados diversos de incertidumbre. El resultado de la evaluación es un ordenamiento de alternativas, que se realiza desde dos puntos de vista: uno técnico y otro social. La matriz de impacto (que compara alternativas y criterios) genera la evaluación técnica del problema, y la matriz de equidad (valoración lingüística de las alternativas por parte de cada grupo) determina la solución social.

Las alternativas se comparan a partir de la distancia entre éstas. Para el caso de valoraciones numéricas, la distancia ordinaria es simplemente la diferencia entre dos números; en cambio, para valoraciones difusas o estocásticas, se emplea el concepto de distancia semántica (Munda 2001). Las valoraciones cualitativas (como "bueno", "malo", "muy malo") se expresan a partir de variables lingüísticas (números difusos) (Manual de NAIADE 1996).

La matriz de equidad captura las opiniones de los distintos actores sociales frente a las alternativas propuestas. Esta matriz permite analizar la posible formación de coaliciones

<sup>5</sup>El autor del Modelo provisionalmente le ha dado el nombre de "Quipu".



frente a las alternativas entre los actores y la evaluación social del problema de decisión.

Al combinar los resultados de la matriz de impacto y las preferencias determinadas con la matriz de equidad, se podrán identificar una o varias soluciones de compromiso. Una solución compromiso se entiende como una negociación social entre los actores que intervienen en el tema a discusión frente a varias alternativas, es decir, muestra el grado de renuncia que los agentes pueden tener para llegar a un acuerdo. Por ejemplo, un proyecto con grandes beneficios económicos puede admitirse siempre que su impacto negativo sobre el ambiente sea manejable (Munda 1995).

### 3.5.2 Modelo paramétrico compensatorio – no compensatorio (Quipu)

El proceso estándar del método Quipu es realizar un análisis de sensibilidad. Para ello los datos y parámetros se transforman en variables difusas y se aplica simulación Montecarlo.

A partir de la preferencia débil difusa definida para cada par de alternativas, el modelo Quipu define tres relaciones o matrices de comparación por pares (indiferencia  $I(\sim)$ , preferencia estricta  $P(>)$ <sup>6</sup>, e incomparabilidad  $J(\phi)$ ). Los valores de mayor credibilidad estructuran la relación o matriz de Copeland que “describe el mundo tal como es, complejo y, en ocasiones, incluso contradictorio” (Burbano 2014:44).

El método Quipu, define explícitamente los grados de compensación entre dimensiones de análisis y entre criterios al interior de las dimensiones consideradas, lo que Burbano llama compensación global y compensación intra-dimensión. Además el modelo permite evaluar el desempeño de las alternativas en cada dimensión de análisis. Anexo 2

La siguiente tabla muestra las características de los métodos de análisis multicriterio utilizados:

Tabla 3: Cuadro comparativo NAIAD – QUIPU

	NAIADE	QUIPU
Umbrales	Indiferencia, indiferencia estricta, preferencia, preferencia estricta	Indiferencia
Distancia entre alternativas	Ordinaria y semántica	Ordinaria y simulación Montecarlo
Matrices de comparación por pares	Indiferencia, indiferencia estricta, preferencia, preferencia estricta	Indiferencia, preferencia estricta, no comparabilidad
Comparación global	Flujo neto (Borda)	Condorcet y Flujo neto(Borda)
Características distintivas	Matriz de equidad	Compensación global y local (dimensiones de criterios)

Elaborado por: Rafael Burbano

## 4. Construcción de la matriz de impacto

La matriz de impacto está compuesta por evaluación de los criterios en las alternativas. Los indicadores de los criterios que implican un proceso “técnico”<sup>7</sup> fueron construidos por los autores, en tanto que el resto de indicadores (en particular los cualitativos) fueron elaborados a partir de la consulta directa, mediante encuestas y entrevistas, a los comuneros y a los principales actores que influyen en la comunidad. La matriz de impacto se presenta en el Anexo 1.

## 5. Resultados del análisis multicriterial

### 5.1 Resultados método NAIAD

#### Análisis Técnico

La clasificación de las alternativas que se obtiene de la aplicación del método NAIAD es la siguiente<sup>8</sup>:

En el grafo de orden parcial y total, muestra un orden de  $\Phi^+$ , del más fuerte al más débil: D, C, A, B, donde se observa que D tiene un grado de 0,56; no obstante este valor no está muy alejado a C, pero si se encuentra muy alejado de B, el cual tiene un índice de 0,25.

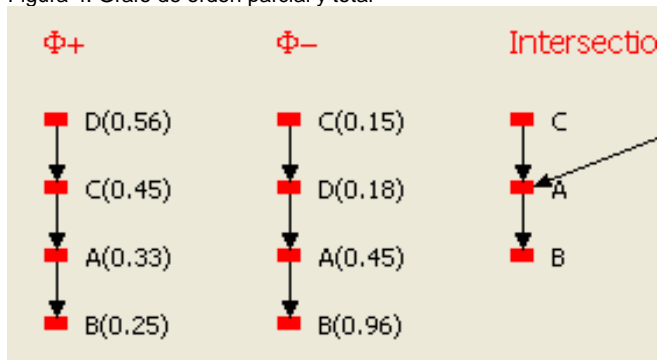
<sup>7</sup> En todo caso, los criterios son de fácil construcción.

<sup>8</sup> La clasificación positiva ( $\Phi^+$ ) es una medida de la fortaleza de una alternativa y mide la magnitud en la que es mejor con respecto al resto de alternativas. El NAIAD tiene como límite el valor de uno, es decir mientras más se acerque al 1 es más fuerte. El caso opuesto es la clasificación negativa ( $\Phi^-$ ) la cual es una medida de la debilidad de una alternativa, se ordena del más débil al menos débil de la alternativa, es decir que mientras más se aleje del 1 es mejor.

<sup>6</sup> La preferencia estricta inversa es  $P^{-1}(<)$  que se define por:  $x P^{-1} y \Leftrightarrow y P x$



Figura 4: Grafo de orden parcial y total



A: Situación actual, B: Ganadería, C: Agrosilvopastoril, D: Ecoturismo comunitario  
Fuente: NAIAD

Por otro lado  $\Phi^-$  muestra el orden del menos débil al más débil, es decir C, D, A, B, con la alternativa B la más débil con un valor 0,96. La intersección de las dos clasificaciones muestra que las mejores alternativas son C y D aunque C no es comparable con D.

Se podría asumir que D gana, ya que es más fuerte y solo un poco menos débil que C. Por lo tanto, las alternativas ordenadas linealmente serían:

Ecoturismo comunitario > Agrosilvopastura > Situación actual > Ganadería

#### Análisis social

Se observa en la matriz de equidad la percepción de las personas más influyentes para la comunidad: síndico, profesor, presidente de la asociación de Chiguaza, presidente de la asociación Shuar. Se considera influyentes a estas personas, de acuerdo al criterio de la comunidad y de sus dirigentes, información capturada mediante focos grupales, entrevistas y encuestas. La importancia de estos actores estuvo definida

por el nivel de influencia en los aspectos: económicos, legales, políticos y morales; situación que favorecería al momento de realizar un determinado proyecto.

Tabla 4.: Actores y su influencia en la comunidad

Actores	Aspectos de influencia sobre la comunidad
Síndico	Político
Profesor	Moral
Presidente de la Asociación de Chiguaza	Político y económico
Presidente de la Asociación Shuar	Político, económico y legal

Elaborado por: Autores

Las expresiones de juicio fueron concluidas con los actores. En donde se procedió a explicar las proyecciones técnicas de los aspectos económicos, sociales, ambientales y culturales de cada alternativa, dando como resultado esta forma en que ellos perciben a las distintas opciones. Las expresiones verbales utilizadas fueron: excelente, muy buena, buena, moderadamente buena, más o menos, moderadamente mala, mala, muy mala, extremadamente mala.

El dendograma de coaliciones, muestra que existe una primera coalición potencial entre el profesor y el Presidente de la Asociación Shuar con un índice de 0,78; a ellos se podrían juntar el Presidente de la Asociación de Chiguaza y el síndico. Como se observa los resultados numéricos son cercanos; esto significa que todos los actores involucrados podrían formar una única alianza para planificar y ejecutar la o las alternativas.

Tabla 5: Matriz de juicios de los actores sociales

Actores influyentes en la comunidad	Situación actual	Ganadería	Agro-silvopastoril	Ecoturismo comunitario
Síndico	Moderado	Más o menos	Muy bueno	Muy bueno
Profesor	Más o menos	Moderado	Bueno	Bueno
Presidente de la Asociación de Chiguaza	Más o menos malo	Más o menos bueno	Más o menos bueno	Muy bueno
Presidente de la Asociación Shuar	Moderado	Moderado	Más o menos bueno	Muy bueno

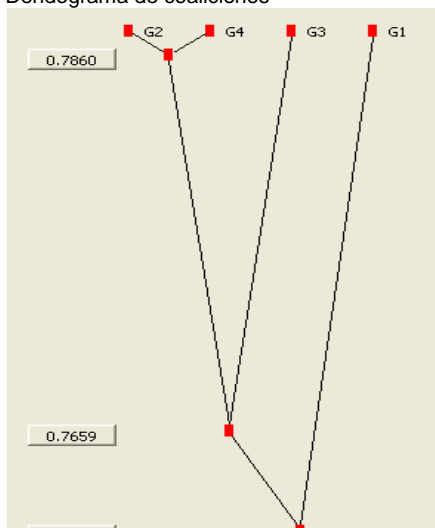
Elaborado: Ivonne Puruncajas





El método NAIADÉ presenta como un primer resultado de la matriz de equidad el grafo de las potenciales coaliciones entre los actores sociales en el dendograma siguiente:

Figura 5: Dendograma de coaliciones



G1: Síndico, G2: Profesor, G3: Presidente de la Asociación de Chiguaza, G4: Presidente de la Asociación Shuar  
Fuente: NAIADÉ

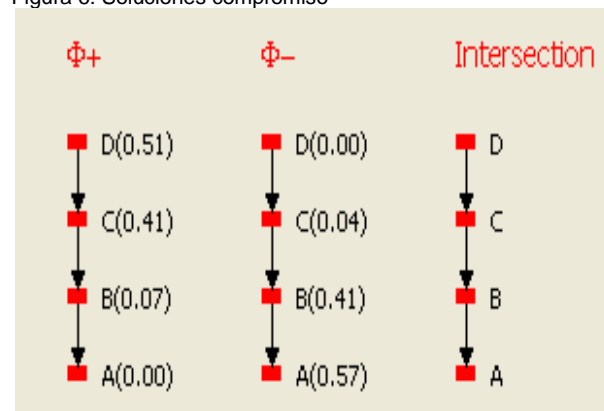
En el análisis de equidad, la opción más favorable coincide con la matriz de impacto, el Ecoturismo comunitario. Se debe acotar que la mayoría de la comunidad tenía preferencia por la Ganadería, sin embargo las personas influyentes son las que dieron el resultado final a la matriz.

El ordenamiento por parte de la potencial alianza entre los actores sociales de la Comunidad San Miguel de Kuri que nos proporciona el NAIADÉ se muestra en la Figura 6.

El resultado del ordenamiento de la evaluación tanto de  $\Phi^+$  como de  $\Phi^-$  y del orden global es: D, C, B, A, es decir para los actores sociales la opción es el Ecoturismo comunitario, seguido por la implantación del sistema Agrosilvopastoril, la Ganadería y, en último lugar, la Situación actual. Hay que destacar que la situación actual no es considerada por parte de los actores como una solución a sus problemas.

Ecoturismo comunitario > Agrosilvopastoril > Ganadería > Situación actual

Figura 6: Soluciones compromiso



A: Situación actual, B: Ganadería, C: Agrosilvopastoril, D: Ecoturismo comunitario  
Fuente: NAIADÉ

De manera general, la solución o soluciones de compromiso resultan de la “intersección” de la evaluación técnica y social. En este caso particular, hay que poner de relieve que las dos primeras opciones el Ecoturismo comunitario y el sistema Agrosilvopastoril que son consideradas por los involucrados como las mejores opciones, también resultan ser las mejores desde el punto de vista técnico, así éstas son soluciones de compromiso.

## 5.1 Resultados modelo Quipu

Resultados globales: Relación de Copeland

El análisis de sensibilidad ejecuta una simulación de Montecarlo computando 1.000 estimaciones de los resultados. La Tabla 6 presenta los promedios de las simulaciones.

El grafo de la relación de CopelandR\* muestra que las mejores alternativas son D y C, es decir el Ecoturismo comunitario y el sistema Agrosilvopastoril, no obstante estas opciones no son comparables. La peor opción es la Ganadería (B). El resultado obtenido mediante la matriz de Copeland se explica mejor por medio de los resultados parciales obtenidos de cada dimensión.

Resultados por dimensión de análisis. El rango neto<sup>9</sup> (de Condorcet) de las alternativas en las dimensiones de análisis se muestran en la tabla 7.

<sup>9</sup>El concepto de rango del Quipu es similar al concepto de las clasificaciones  $\Phi$  del NAIADÉ. El rango neto se define por:  
$$\text{Rango Neto} = (\text{Rango}^+ - \text{Rango}^- + n - 1) / 2n$$
<sup>es</sup> el número de alternativas. el rango de una alternativa está acotada por el intervalo  $[0, \frac{n-1}{n}]$ .



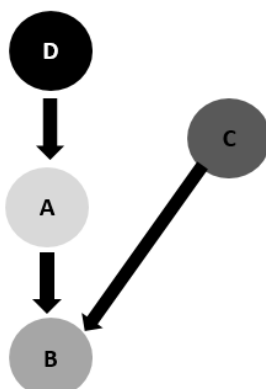
Tabla 6: Relación de Copeland R\*

Relación	Situación actual	Ganadería	Agrosilvopastoril	Ecoturismo comunitario
Situación actual	~	>	$\phi$	<
Ganadería		~	<	<
Agrosilvopastoril			~	$\phi$
Ecoturismo comunitario				~

Credibilidad	Situación actual	Ganadería	Agrosilvopastoril	Ecoturismo comunitario
Situación actual	1	0,44	0,50	0,48
Ganadería		1	0,50	0,66
Agrosilvopastoril			1	0,35
Ecoturismo comunitario				1

Fuente: Quipu

Figura 7: Grafo Copeland



A: Situación actual, B: Ganadería, C: Agrosilvopastoril, D: Ecoturismo comunitario

Tabla 7: Rango neto – Dimensiones

	Económica	Ambiental	Social	Cultural
Situación actual	0,47	2,23	0,32	1,00
Ganadería	2,27	0,02	0,90	0,01
Agrosilvopastoril	1,71	1,87	2,18	2,00
Ecoturismo comunitario	1,55	1,89	2,61	2,99

Fuente: Quipu

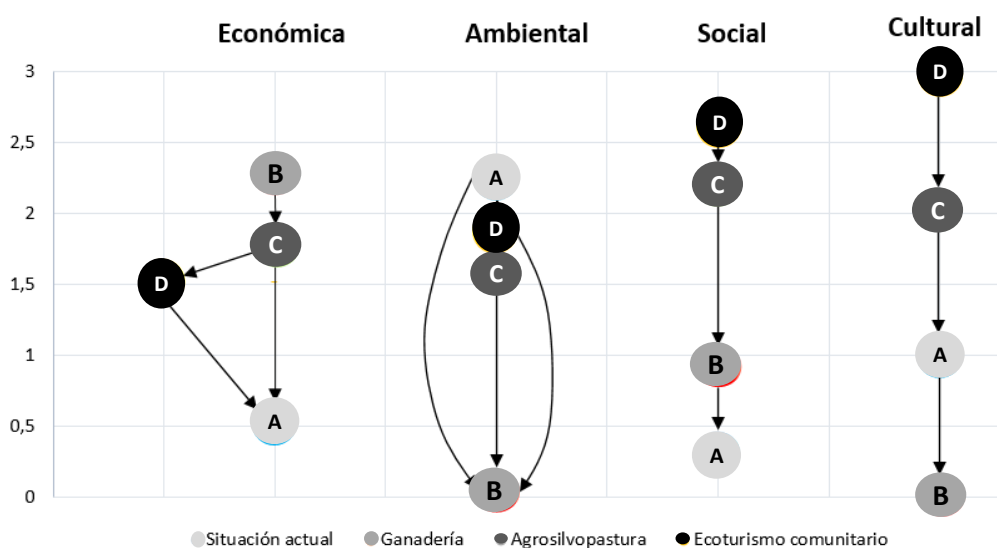


En la Figura 8 se observa los grafos de las relaciones para cada dimensión de análisis, los cuales han sido elaborados en base a la matriz de Copeland.

El Ecoturismo comunitario es la mejor opción en las dimensiones social y cultural; y es segunda en el aspecto ambiental y económico. La Ganadería, es la mejor opción

desde el punto de vista económico; sin embargo es la peor tanto en lo ambiental como en lo cultural y es la segunda peor opción en las dimensión social. Esto explica por qué estas dos alternativas son la mejor y peor. De manera similar pueden analizarse las otras opciones.

Figura 8: Grafos de las relaciones parciales de Copeland



## 5.2 Ordenamiento global de las alternativas

El resultado del ordenamiento global de las alternativas por métodos de Condorcet presenta los resultados en la Tabla 8.

Y los rangos (de Condorcet) de las alternativas ordenadas se presentan en la Tabla 9.

La Tabla 8, muestra precisamente el orden definido por el algoritmo de Condorcet. La alternativa de Ecoturismo comunitario tiene la mayor fortaleza y también es el menos débil

entre todas las alternativas, caso contrario ocurre con Ganadería, que es la opción menos fuerte y la más débil.

Según esto, considerando el conjunto de criterios de evaluación, el ordenamiento de las alternativas es:

Ecoturismo comunitario > Agrosilvopastura > Situación actual > Ganadería

El gráfico de la distribución de la frecuencia relativa de los rangos correspondientes a las simulaciones de Montecarlo se muestra en la Figura 9.

Tabla 8: Ordenamiento total de las alternativas (Condorcet)

$\mathcal{R}$	Ecoturismo comunitario	Agrosilvopastura	Situación actual	Ganadería
Ecoturismo comunitario	1	0,31	0,48	0,66
Agrosilvopastura		1	0,34	0,50
Situación actual			1	0,44
Ganadería				1

Fuente: Quipu

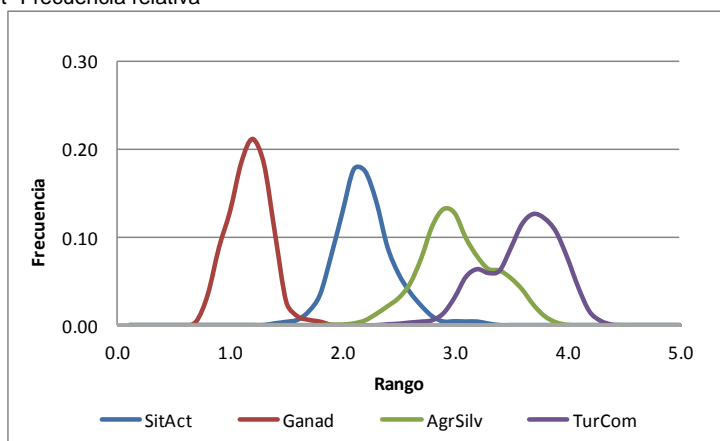


Tabla 9: Rango de Condorcet

Actividad	Rango <sup>+</sup>	Rango <sup>-</sup>	Rango
Ecoturismo comunitario	1,41	0,08	2,16
Agrosilvopastura	0,92	0,29	1,82
Situación actual	0,46	0,82	1,32
Ganadería	0,00	1,60	0,70

Fuente: Quipu

Figura 9: Rango de Condorcet- Frecuencia relativa



Fuente: Quipu

Que deja en claro que las alternativas se ordenan de mejor a peor de la manera ya indicada.

En conclusión, los resultados presentados entre el método NAIADÉ y el Quipu son consistentes entre sí.

## 6. Conclusiones

El propósito de este artículo fue el de explorar diversas opciones para un desarrollo sustentable para mejorar la calidad de vida de la comunidad Shuar San Miguel de Kuri. Esta comunidad localizada en la Amazonía ecuatoriana ocupa territorios del bosque protector Kutukú Shaimi. Por lo tanto, todas sus actividades tienen efectos en este ecosistema, y requieren el establecimiento de ciertas condiciones de manejo. En la práctica, se trata de una disyuntiva, que ha sido resumida en la pregunta ¿solo deforestando se puede obtener recursos económicos?

El bosque es parte esencial para la vida de los habitantes de la comunidad, es el

proveedor de alimentos, medicinas, refugio, permite reproducir sus condiciones sociales y culturales, y de la propia existencia de la comunidad analizada. Sin embargo, mantener el statu quo es una opción insostenible para el largo plazo, pues condena al bosque y por ende a la comunidad a su desaparición.

En el desarrollo empírico de este estudio se encuentra que la deforestación en la comunidad Shuar San Miguel de Kuri, está asociada a la agricultura y especialmente a la venta de madera. En el caso de la agricultura la mayor parte es para autoconsumo, sólo un excedente marginal sirve para la venta. Por otra parte la escasa actividad ganadera la realizan sobre terrenos ya deforestados, por lo que, esta actividad no es fuente de deforestación adicional. La tala indiscriminada del bosque tiene lugar porque la venta de madera genera ingresos importantes para el sostenimiento de la economía de la comunidad. A más de la venta de madera también existen otras actividades que permiten generar ingresos adicionales, tales como la venta de frutos del bosque, animales



silvestres y fibras que se recolectan en el bosque, y los animales que se cazan para consumo. Se calcula que cerca del 80% de los gastos que debiera realizar la comunidad se hallan cubiertos a partir de los bienes y servicios que les provee el bosque. Sin embargo, las condiciones de vida de la población, en el marco de las medidas tradicionales de pobreza, son condiciones que se identifican con la extrema por debajo de la línea de pobreza. Por esta razón, es necesario analizar otras alternativas, que permitan definir una mejora en el bienestar de la comunidad que tenga lugar junto con mecanismos para garantizar la sostenibilidad ambiental de tales alternativas.

Los métodos multicriterio utilizados para el análisis de las alternativas propuestas muestran resultados consistentes que determinan que las alternativas para la comunidad Shuar San Miguel de Kuri se ordenan de la siguiente manera:

Ecoturismo comunitario > Agrosilvopastoril > Situación Actual > Ganadería

Ecoturismo comunitario > Agrosilvopastoril > Ganadería > Situación Actual

De manera general, la solución o soluciones de compromiso resultan de la "intersección" de la evaluación técnica y social. En este caso particular, hay que poner de relieve que las dos primeras opciones el Ecoturismo comunitario y el sistema Agrosilvopastoril que son consideradas por los involucrados como las mejores opciones, también resultan ser las mejores desde el punto de vista técnico, así éstas son soluciones de compromiso.

## REFERENCIAS

AGUAYUDA. 2013. Baño Seco. <http://www.aguayuda.org/WP/PDFs/Esp/BanoSeco/Aguayuda-BanoSeco-Esp.pdf>, 09 10 2013).

Burbano, R. 2014. Curso Introductorio al Análisis Multicriterio. Memorias del XIV Encuentro de Matemáticas y sus aplicaciones. Escuela Politécnica Nacional. [http://biblioteca.epn.edu.ec/cgi-bin/koha/opac-detail.pl?biblionumber=37490&shelfbrowse\\_itemnumber=58147](http://biblioteca.epn.edu.ec/cgi-bin/koha/opac-detail.pl?biblionumber=37490&shelfbrowse_itemnumber=58147).

Descola, P. 1996. Selva Culta: Simbolismo y praxis en la ecología de los Achuar. Cayambe, Abya Yala.

FAO (Organización de las Naciones Unidas para la agricultura y la alimentación). Revista UNASILVA (revista internacional de silvicultura e industrias forestales) No 230, <ftp://ftp.fao.org/docrep/fao/011/i0440s/i0440s00.pdf>. Vol.59 (visitada en 02 16 2013).

GRID – ARENDAL, centro colaborador con el Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente (PNUMA). (1989). <http://www.grida.no/>, 08 12 2013

Huamboya (sf). "Etnias". <http://www.huamboya.gob.ec/huamboya/etnias.html>, visitada en 02 14 2015.

INEC. 2010. Resultados del Censo de Morona Santiago. [http://www.inec.gob.ec/nuevo\\_inec/items/mejor\\_estadistica/analisis/anexos/CPV1e\\_Provincia%20por%20dentro%20Morona%20Santiago.pdf](http://www.inec.gob.ec/nuevo_inec/items/mejor_estadistica/analisis/anexos/CPV1e_Provincia%20por%20dentro%20Morona%20Santiago.pdf).

MAE. 2011. Gobernanza Forestal en el Ecuador. <http://servicios.ambiente.gob.ec/saf/estadisticas/La%20Gobernanza%20Forestal%20en%20el%20Ecuador.pdf>, visitada en 07 23 2013.

Martínez-Alier, J. y J. Roca. 1998. Economía Ecológica y Política Ambiental. México: editorial de la PNUMA

Ministerio de Agricultura, Ganadería, Acuacultura y Pesca MAGAP. 2012. Superficie por categorías de uso de suelo: Morona Santiago. [http://201.219.3.97/sinagap/index.php?option=com\\_wrapper&view=wrapper&Itemid=415](http://201.219.3.97/sinagap/index.php?option=com_wrapper&view=wrapper&Itemid=415), agosto 05 de 2012

Munda, G. 1995. Multicriteria Evaluation in a Fuzzy Environment. 6ta ed. Alemania, Physica-Verlag.

Munda, G. 2001. New approaches for the comparison of L-R fuzzy numbers: a theoretical and operational analysis. Alemania: s/n.

Munda, G. 2004. Métodos y procesos multicriterio para la evaluación social de las políticas públicas. Revista Iberoamericana de Economía Ecológica, [http://www.raco.cat/index.php/Revibec/about/top30\\_anterior/2006](http://www.raco.cat/index.php/Revibec/about/top30_anterior/2006) (visitada en agosto 08 de 2012).

Romero, J. 1999. Tratamiento de aguas residuales por lagunas de estabilización. 3ra edición. Colombia: Editorial Escuela Colombiana de Ingeniería.

Tueros, H. 2008. El Rozo y Quema de los Bosques y su incidencia en nuestro ambiente. <http://www.slideshare.net/FREDYHUGO/silvopasturas-y-agroforesteria-presentation>, 28 07 2013).

Valencia, M. 2007. Manual de manejo de parcelas en pastoreo. [http://avalon.cuautitlan2.unam.mx/vaquillas/manuales/m anual\\_pastoreo.pdf](http://avalon.cuautitlan2.unam.mx/vaquillas/manuales/m anual_pastoreo.pdf), 08 12 2013.

Weish, P. 2010. ESTACIÓN TROPICAL LA GAMBA. Cálculo de la Captación de Carbono en Proyectos de Reforestación Tropical. <http://www.esquinaslodge.com/fileadmin/content/filebro>





wser/PDF\_Dokumente/Esquinas\_CO2-es.pdf, 08 05  
2013.

NAIADE, manual y tutorial. 1996  
[http://www.aiaccproject.org/meetings/Trieste\\_02/trieste\\_cd/Software/NAIADE/naiade.PDF](http://www.aiaccproject.org/meetings/Trieste_02/trieste_cd/Software/NAIADE/naiade.PDF):



## Anexos

### Anexo 1: Matriz de impacto para comunidad San Miguel de Kuri

Dimensión	Criterio	Medida	Tipo	Objetivo	Situación Actual	Ganadería	Agrosilvo pastoril	Ecoturismo comunitario
ECONÓMICO	Inversión inicial	[\$]	Q	min	0	205.117	26.332	32.1256
	Ingresos netos	[\$]	Q	max	13.190	3'112.623	442.606	197.610
	Tiempo (generación ingresos)	[año]	Q	min	∞	1	15	1
AMBIENTAL	Contaminación del suelo por humanos	[kg]	Q	min	1'676.399	2'370.000	1'676.399	6'283.297
	Hectáreas deforestadas	[ha]	Q	min	786,5	1.500	815	830
	Emisión de CO2	[ton]	Q	min	35.740	261.855	70.400	65.326
	Captación de Carbono	[ton]	Q	max	599.725	350.000	630.399	570.850
	Especies en la zona	escala	C	max	Moderadamente baja	Extremadamente baja	Más o menos	Muy alta
	Calidad del paisaje	escala	C	max	Muy buena	Muy mala	Muy buena	Excelente
SOCIAL	Alimentos proporcionados por el bosque	escala	C	max	Más o menos	Moderadamente baja	Alta	alta
	Generación de empleo directo e indirecto	[\$]	Q	max	-	109	114	97
	Migración por trabajo	escala	C	min	Más o menos	muy baja	baja	muy baja
	Integración del grupo familiar en el trabajo comunitario	escala	C	max	moderadamente alta	muy baja	alta	muy alta
CULTURAL	Conservación de identidad de la comunidad.	escala	C	max	Baja	Extremadamente baja	Más o menos	Alta

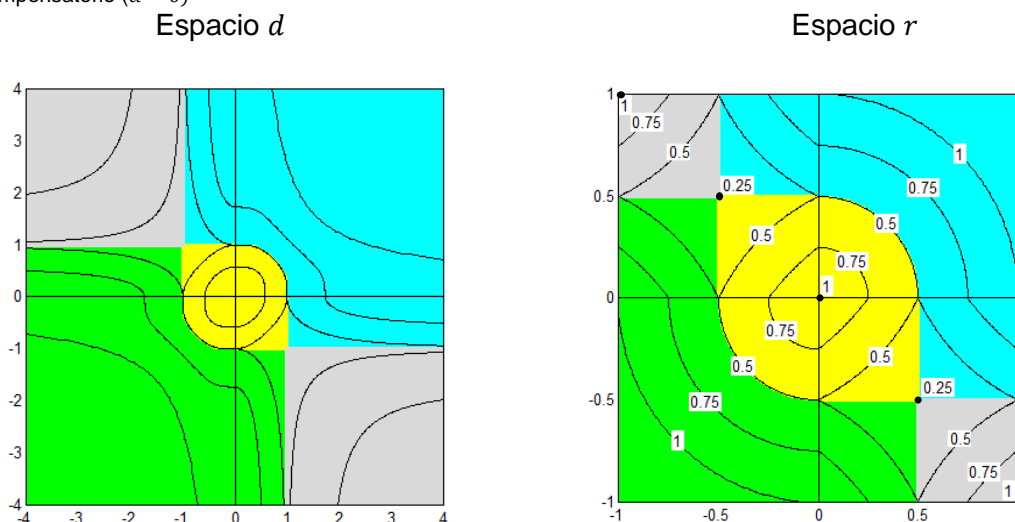
Elaboración: Propia



## ANEXO 2: Representación gráfica del modelo difuso

En el espacio  $\mathbb{R}^2$ , el modelo Quipu se puede representar gráficamente mediante “las regiones  $\sim, >, <, \phi$  (indiferencia, preferencia estricta o mejor, preferencia inversa o peor e incomparabilidad) y las curvas de nivel respectivas. El modelo se grafica en los “espacios  $r$  y  $d$ ”<sup>10</sup>. La compensación se establece según el valor del parámetro  $\alpha$ . El modelo es: no compensatorio cuando  $\alpha = 0$ , parcialmente compensatorio si  $0 < \alpha < 1$ , y totalmente compensatorio cuando  $\alpha = 1$ .

Modelo no compensatorio ( $\alpha = 0$ )



Cuando se compara la alternativa  $x$  con la alternativa  $y$ , se asume que la alternativa  $y$  está en el origen y que la alternativa  $x$  varía en todo el plano. Las relaciones difusas están definidas en todo el plano; el color de fondo del gráfico corresponde a la relación de mayor credibilidad, los colores corresponden a: indiferencia, amarillo; preferencia estricta, celeste; preferencia inversa, verde; incomparabilidad, gris.

<sup>10</sup> El espacio  $d$  es el espacio de los vectores diferencia  $d = x - y$  con las alternativas  $x, y$  expresadas en sus propias unidades; el espacio  $r$  es el espacio de los vectores  $d$  transformados por la aplicación de las funciones de credibilidad. La coordenada  $r_i$  se define por:  $r_i = h(d_i) = s(d_i)[d_i'^2 / (1 + d_i'^2)]^{1/2}$ ,  $d_i' = \omega_i d_i / c_i$ ,  $d_i = o_i(x_i - y_i)$ ,  $s$  es la función signo,  $c_i$  es el umbral de indiferencia,  $\omega_i$  el peso y  $o_i$  es el objetivo del criterio  $i$  ( $o_i = 1$  si es maximización,  $o_i = -1$  si es minimización).

